

①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑪ **DE 3408352 A1**

⑤1 Int. Cl. 4:  
**B 23 B 3/26**  
B 23 B 29/034

②1 Aktenzeichen: P 34 08 352.9  
②2 Anmeldetag: 7. 3. 84  
④3 Offenlegungstag: 19. 9. 85

Behördeneigenthum

DE 3408352 A1

⑦1 Anmelder:

GTE Valeron Corp. (eine Gesellschaft n.d.Ges.d.  
Staates Delaware), Troy, Mich., US

⑦4 Vertreter:

Hauck, H., Dipl.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing., 8000  
München; Schmitz, W., Dipl.-Phys.; Graalfs, E.,  
Dipl.-Ing., 2000 Hamburg; Wehnert, W., Dipl.-Ing.,  
8000 München; Döring, W., Dipl.-Wirtsch.-Ing.  
Dr.-Ing., Pat.-Anw., 4000 Düsseldorf

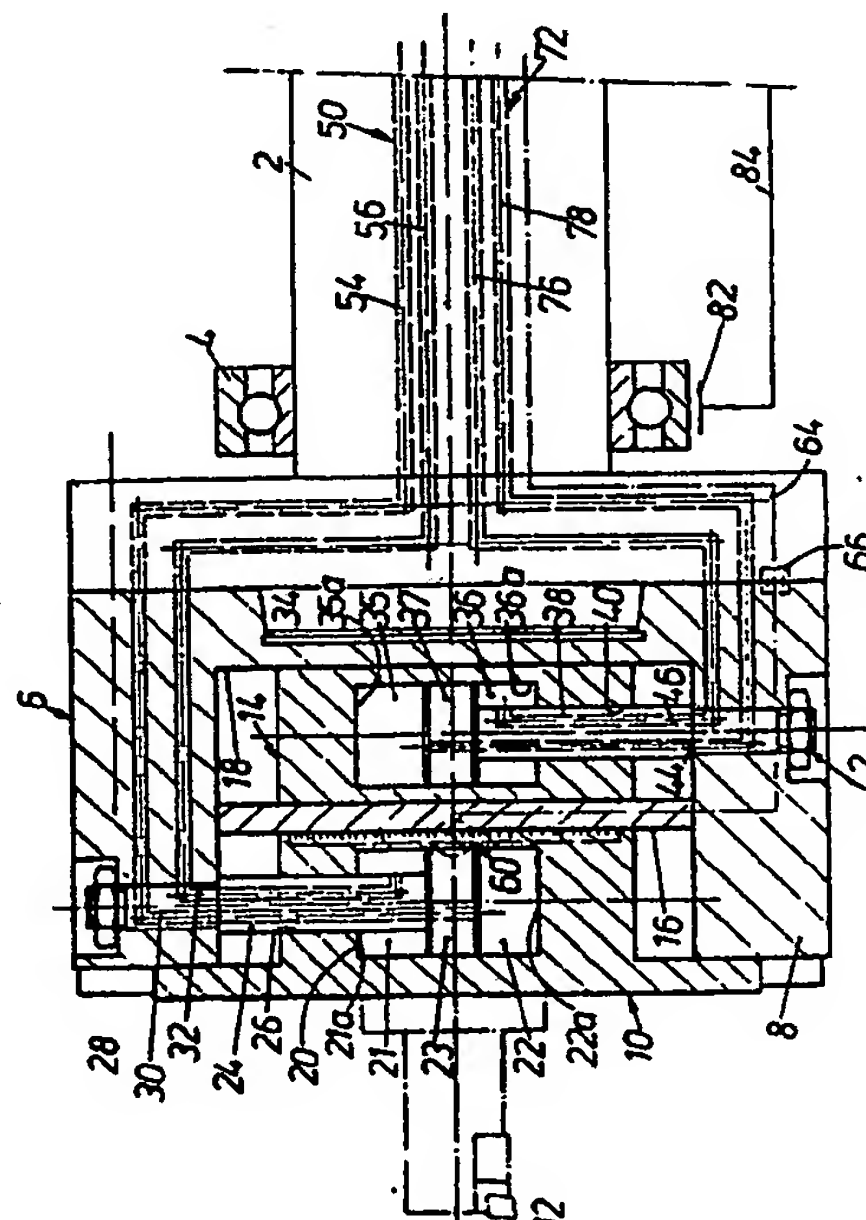
⑦2 Erfinder:

Beck, Hans-Werner, 6290 Sinsheim, DE; Rupp,  
Gerhard, 6955 Aglasterhausen, DE; Horsch, Wilfried,  
6951 Obrigheim, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Werkzeugkopf für eine numerisch gesteuerte Werkzeugmaschine

Es wird ein mit einem Werkzeug versehener umlaufender Werkzeugkopf für eine numerisch gesteuerte Werkzeugmaschine beschrieben. Ein das Werkzeug tragender Werkzeugschieber und ein zum Wuchtausgleich dienender Gegenschieber werden jeweils durch einen eigenen hydraulischen Steuerkreis zur Werkzeugverstellung bzw. zur Wuchtausgleichverstellung mit einem unter Druck stehenden Hydraulikmittel beaufschlagt. Zugstangen und andere mechanische Kraftübertragungsmittel sind daher zum Verstellen des Werkzeugschiebers und Gegenschiebers nicht erforderlich. Dem Werkzeugschieber ist ein Wegmesser zugeordnet, dessen Wegsignale zur Erzeugung von Steuersignalen für die Druckbeaufschlagung des Werkzeugschiebers verwendet werden, um das Werkzeug bei dem Bearbeitungsvorgang entsprechend einer gewünschten Kontur des Werkstückes zu verstellen. Die Druckbeaufschlagung des Gegenschiebers wird über einen gesonderten Steuerkreis gesteuert, wobei die hierzu erforderlichen Steuersignale in Abhängigkeit von den Signalen eines Fühlers zum Erfassen einer Unwucht des Werkzeugkopfes erzeugt werden.



DE 3408352 A1

## 1 PATENTANSPRÜCHE

1. Mit einem Werkzeug versehener umlaufender Werkzeugkopf für eine numerisch gesteuerte Werkzeugmaschine, mit einem das Werkzeug tragenden Werkzeugschieber, der in einem an der Werkzeugspindel vorgesehenen Grundkörper zur Werkzeugverstellung geradlinig verschiebbar und in unterschiedlichen Lagen festlegbar ist, dadurch gekennzeichnet, daß der Werkzeugschieber (10) zum Verschieben und Festlegen mit einem unter Druck stehenden Hydraulikmittel beaufschlagbar ist.
2. Werkzeugkopf nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Werkzeugschieber (10) auf in Verstellrichtung entgegengesetzten Druckflächen (21a, 22a) mit dem Hydraulikmittel beaufschlagbar ist.
3. Werkzeugkopf nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Druckflächen (21a, 22a) aus den Stirnflächen eines im Werkzeugschieber (10) gebildeten Innenraumes (20) bestehen, der durch einen bezüglich des Grundkörpers (8) festgelegten Kolben (23) in zwei Druckkammern (21, 22) unterteilt ist.
4. Werkzeugkopf nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Kolben (23) an einer durch eine Bohrung (26) des Werkzeugschiebers (10) geführten, am Grundkörper (8) festgelegten Kolbenstange (24) vorgesehen ist, die zur Zu- und Abführung des Hydraulikmittels dient.
5. Werkzeugkopf nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zur Druckbeaufschlagung des Werkzeugschiebers (10) ein hydraulischer Steuerkreis (50) vorgesehen ist, der durch von einem Rechner (62) erzeugte Steuersignale zur kontinuierlichen Verstellung des Werkzeuges (12) steuerbar ist.

- 1 6. Werkzeugkopf nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet,  
daß der Steuerkreis (50) einen Hochdruck- und einen  
Niederdruckteil mit einem im Werkzeugkopf (6) oder in  
der Werkzeugspindel (2) angeordneten Druckwandler  
5 (52) aufweist.
7. Werkzeugkopf nach einem der Ansprüche 5 oder 6, da-  
durch gekennzeichnet, daß dem Werkzeugschieber (10)  
ein Wegmesser (60) zugeordnet ist, der in Abhängigkeit  
10 von der Stellung des Werkzeugschiebers (10) Wegsigna-  
le erzeugt, die dem Rechner (62) zur Erzeugung der  
Steuersignale für den Steuerkreis (50) zuführbar  
sind.
- 15 8. Werkzeugkopf nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet,  
daß der Wegmesser (60) ein digitaler oder analoger  
Wegmesser ist.
9. Werkzeugkopf nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet,  
20 daß der Wegmesser (60) als induktiver Wegaufnehmer  
oder als Wegmeßlineal ausgebildet ist.
10. Werkzeugkopf nach einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch  
25 gekennzeichnet, daß der Wegmesser (60) mit dem Rech-  
ner (62) über eine Übertragungseinrichtung (68,70)  
verbunden ist, die die Wegsignale vom Werkzeug-  
kopf (6) oder der Werkzeugspindel (2) auf ein  
stationäres Teil überträgt.  
30
11. Werkzeugkopf nach Anspruch 10, dadurch gekennzeich-  
net, daß die Übertragungseinrichtung eine an der Werk-  
zeugspindel vorgesehene Schleifringverbindung ist.

- 1 12. Werkzeugkopf nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet,  
daß die Übertragungseinrichtung (62,64) eine  
drahtlose Verbindung mit einem an Werkzeugkopf (6)  
oder Werkzeugspindel (2) vorgesehenen Sender (60)  
5 und einem stationären Empfänger (62) ist.
- 10 13. Werkzeugkopf nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
bei dem im Grundkörper ein Gegenschieber zum Wucht-  
ausgleich verschiebbar gelagert ist, dadurch ge-  
kennzeichnet, daß der Gegenschieber (14) zur kon-  
tinuierlichen Wuchtausgleichverstellung mit einem  
unter Druck stehenden Hydraulikmittel beaufschlagbar  
ist.
- 15 14. Werkzeugkopf nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet,  
daß der Gegenschieber (14) auf in Verstellrich-  
tung entgegengesetzten Druckflächen (35a,36a) mit  
dem Hydraulikmittel beaufschlagbar ist.
- 20 15. Werkzeugkopf nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet,  
daß die Druckflächen (35a,36a) aus den Stirnflächen  
eines im Gegenschieber (14) gebildeten Innenraumes  
(34) bestehen, der durch einen bezüglich des Grund-  
körpers (8) festgelegten Kolben (37) in zwei Druck-  
25 kammern (35,36) unterteilt ist.
- 30 16. Werkzeugkopf nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet,  
daß der Kolben (37) an einer durch eine Bohrung (40)  
des Gegenschiebers (14) geführten, am Grundkörper  
(8) festgelegten Kolbenstange (38) vorgesehen ist,  
die zur Zu- und Abführung des Hydraulikmittels dient.
- 35 17. Werkzeugkopf nach einem der Ansprüche 13 bis 16, da-  
durch gekennzeichnet, daß zur Druckbeaufschlagung  
des Gegenschiebers (14) ein hydraulischer Steuer-  
kreis (72) vorgesehen ist, der durch von einem

- 1       Rechner (62) erzeugte Steuersignale zur kontinuierlichen Verstellung des Gegenschiebers (14) steuerbar ist.
- 5       18. Werkzeugkopf nach Anspruch 17, gekennzeichnet durch einen Fühler (82) zum Erfassen einer Unwucht des Werkzeugkopfes (6), der kontinuierlich Unwuchtsignale an den Rechner (62) zur Erzeugung der Steuersignale für die Druckbeaufschlagung des Gegenschiebers <sup>(14)</sup> abgibt.
- 10       19. Werkzeugkopf nach einem der Ansprüche 13 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß der Gegenschieber (14) aus einem schwereren Material als der Werkzeugschieber (10), insbesondere aus Schwermetall, besteht.

15

20

25

30

35

## 1      BESCHREIBUNG

Die Erfindung betrifft einen mit einem Werkzeug versehe-  
nen umlaufenden Werkzeugkopf für eine numerisch ge-  
5      steuerte Werkzeugmaschine, mit einem das Werkzeug tra-  
genden Werkzeugschieber, der in einem an der Werkzeug-  
spindel vorgesehenen Grundkörper zur Werkzeugverstellung  
geradlinig verschiebbar und in unterschiedlichen Lagen  
festlegbar ist.

10      Derartige Werkzeugköpfe wie sie z.B. zum Plandrehen,  
Bohren, Fräsen, Gewindeschneiden oder dgl. eingesetzt  
werden, sind bekannt, vgl. z.B. die deutsche Patentan-  
meldung P 33 46 467.7 der Anmelderin. Bei diesen Werk-  
15      zeugköpfen wird der Werkzeugschieber über eine Stell-  
vorrichtung verschoben, die über eine mechanische Ver-  
bindung, insbesondere eine sich axial durch die Werkzeug-  
spindel erstreckende Zugstange, mit dem Werkzeugschie-  
ber gekoppelt ist. Diese mechanische Verbindung nimmt  
20      die im Werkzeugschieber entstehenden Fliehkräfte auf  
und gibt sie letztlich an die Lager der Werkzeugspindel  
weiter. Zunehmend sind höhere Drehzahlen des Werkzeuges  
erforderlich, um die für bestimmte Schneidstoffe not-  
wendigen Schnittgeschwindigkeiten zu erreichen. Die  
25      hieraus resultierenden hohen Fliehkräfte führen zu  
einer entsprechenden Beanspruchung der mechanischen  
Verbindung zwischen Wagschieber und Stellvorrichtung  
sowie der Spindellager.

30      Durch die vorliegende Erfindung soll ein mit einem um-  
laufenden Werkzeug versehener Werkzeugkopf für eine  
numerisch gesteuerte Werkzeugmaschine geschaffen werden,  
bei der eine Beanspruchung der Werkzeugspindel bzw.  
der Spindellager durch im Werkzeugschieber erzeugte  
35      Fliehkräfte so weitgehend wie möglich vermieden wird.



1 Ein Werkzeugkopf mit den eingangs angegebenen Merkmalen  
ist erfindungsgemäß dadurch gekennzeichnet, daß der  
Werkzeugschieber zum Verschieben und Festlegen mit einem  
unter Druck stehenden Hydraulikmittel beaufschlagbar  
5 ist.

Gemäß der vorliegenden Erfindung ist somit der Werkzeug-  
schieber im Grundkörper frei beweglich gelagert und  
allein den Druckkräften des Hydraulikmittels aus-  
10 gesetzt. Es ist keinerlei mechanische Verbindung zu  
einer Stellvorrichtung oder dgl. vorhanden; insbesonde-  
re fällt die bei den vorbekannten Werkzeugköpfen übli-  
che Zugstange im Inneren der Werkzeugspindel weg.

15 Da somit die Fliehkräfte des Gegenschiebers nicht auf  
eine gesonderte mechanische Verstellvorrichtung über-  
tragen werden können, ergibt sich eine entsprechende  
Entlastung der Spindellager. Ein weiterer Vorteil be-  
steht in der erheblichen konstruktiven Vereinfachung  
20 des Werkzeugkopfes. Auch ein automatischer Werkzeug-  
wechsel wird hierdurch vereinfacht, da ein andernfalls  
erforderliches Kuppeln und Entkuppeln der mechanischen  
Verstellvorrichtung wegfällt.

25 Vorzugsweise ist dem Werkzeugschieber ein Wegmesser zu-  
geordnet, der in Abhängigkeit von der Stellung des Werk-  
zeugschiebers Wegsignale erzeugt. Die Wegsignale werden  
in einem Rechner in Verbindung mit der numerischen Werk-  
zeugsteuerung zu Steuersignalen verarbeitet, durch die  
30 ein hydraulischer Steuerkreis für die Druckbeaufschla-  
gung des Werkzeugschiebers gesteuert wird. Hierdurch  
wird es möglich, daß der Werkzeugschieber und damit  
das Werkzeug entsprechend einem vorgegebenen Programm  
bei dem Bearbeitungsvorgang kontinuierlich verstellt  
35 wird, um eine gewünschte Kontur des Werkstückes herzu-  
stellen.

1 Zur Vermeidung einer Unwucht ist es üblich, im Werkzeug-  
kopf einen Gegenschieber vorzusehen, der in entgegen-  
gesetzter Richtung wie der Werkzeugschieber verstellt  
wird. Zu diesem Zweck ist der Gegenschieber bei den  
5 vorbekannten Werkzeugköpfen im allgemeinen durch eine  
mechanische Verbindung, z.B. eine Zahnradverbindung,  
mit dem Werkzeugschieber gekoppelt.

10 Eine entsprechende mechanische Kopplung des Gegenschie-  
bers mit dem Werkzeugschieber ist auch bei dem erfin-  
dungsgemäß ausgebildeten Werkzeugkopf möglich. In weite-  
rer Ausgestaltung der Erfindung ist jedoch vorgesehen,  
daß der Gegenschieber zur Wuchtausgleichverstellung  
ebenfalls mit einem unter Druck stehenden Hydraulik-  
15 mittel beaufschlagbar ist.

Hierdurch wird eine mechanische Kopplung zwischen Werk-  
zeugschieber und Gegenschieber überflüssig. Insbesonde-  
re ergibt sich hierdurch die Möglichkeit, den Gegen-  
20 schieber in Abhängigkeit von Unwuchtsignalen so zu  
steuern, daß die Unwucht entsprechend den sich ändern-  
den Arbeitsbedingungen ständig ausgeglichen wird. Zu  
diesem Zweck ist dem Gegenschieber ein eigener hydrauli-  
scher Steuerkreis zugeordnet, der in Abhängigkeit von  
25 den Unwuchtsignalen gesteuert wird.

Durch die vorliegende Erfindung werden die Standzeit  
der Werkzeugmaschine, insbesondere des Werkzeuges, sowie  
die Herstellungsgenauigkeit und Oberflächenqualität der  
30 herzustellenden Werkstücke verbessert.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung er-  
geben sich aus den Unteransprüchen.



1 Anhand der Zeichnungen wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung erläutert. Es zeigt:

5 Figuren 1A, 1B eine schematische Darstellung eines erfindungsgemäß ausgebildeten, an einer Werkzeugspindel vorgesehenen Werkzeugkopfes mit den zugehörigen Steuerkreisen;

10 Figur 2 eine Draufsicht auf den Werkzeugkopf nach Figur 1, jedoch ohne Werkzeugspindel und Steuerkreise.

15 In Figur 2 ist in schematischer Weise eine Werkzeugspindel 2 dargestellt, die in Lagern 4 drehbar gelagert ist. An der Werkzeugspindel 2 ist ein als Plandrehkopf ausgebildeter Werkzeugkopf 6 lösbar angebracht.

20 Im dargestellten Ausführungsbeispiel ist der Werkzeugkopf mittels eines Kurzkegels an der Werkzeugspindel angeschraubt. Der Werkzeugkopf kann jedoch in beliebig anderer Weise an der Werkzeugspindel 2 angebracht sein, beispielsweise mittels eines Steilkegels zum selbsttätigen Auswechseln des Werkzeugkopfes.

25 Der Werkzeugkopf 6 besteht aus einem Grundkörper 8 mit einem ein Werkzeug 12 tragenden Werkzeugschieber 10 und einem zum Wuchtausgleich dienenden Gegenschieber 14. Der Werkzeugschieber 10 ist in einer Nut 16 und der  
30 Gegenschieber 14 in einer Nut 18 jeweils radial verschiebbar gelagert. Beide Schieber sind in ihrer Verschieberichtung frei beweglich und werden allein durch hydraulische Druckkräfte verstellt und gehalten, wie im folgenden erläutert wird.

35 Der Werkzeugschieber 10 ist mit einem zylindrischen Innenraum 20 versehen, der von einem Kolben 23 in zwei Druckkammern 21, 22 unterteilt wird. Am Kolben 23 ist eine

1 Kolbenstange 24 vorgesehen, die durch eine Bohrung 26  
des Werkzeugschiebers 10 hindurchgeführt ist und an  
ihrem vom Kolben 23 abgewandten Ende mittels einer  
Schraubverbindung 28 im Grundkörper 8 festgelegt ist.  
5 Die Kolbenstange 24 ist mit zwei Bohrungen 30,32 ver-  
sehen, die zum Zu- und Abführen von unter Druck stehen-  
dem Hydraulikmittel und somit zur Druckbeaufschlagung  
und -entlastung der Druckkammern 21,22 dienen. Die  
gegenüberliegenden Stirnflächen des Innenraumes 20 wir-  
10 ken als Druckflächen 21a, 22a, an denen die den Werk-  
zeugschieber 10 verschiebenden Druckkräfte angreifen.

Der Gegenschieber 14 besitzt in der gleichen Weise einen  
Innenraum 34, der von einem Kolben 37 in zwei Druck-  
15 kammern 35,36 unterteilt wird und mit Druckflächen 35a,  
36a versehen ist, sowie eine Kolbenstange 38, die durch  
eine Bohrung 40 des Gegenschiebers 14 hindurchgeführt,  
mittels einer Schraubverbindung 42 im Grundkörper 8  
festgelegt und mit zwei Bohrungen 44,46 zum Zu- und  
20 Abführen von unter Druck stehendem Hydraulikmittel  
versehen ist.

Da der Werkzeugschieber 10 und der Gegenschieber 14 im  
Betrieb in entgegengesetzten Richtungen verstellt werden,  
25 sind die Kolbenstangen 24,38 der beiden Schieber ent-  
gegengesetzt gerichtet.

Zur Druckbeaufschlagung der Druckkammern 21,22 des Werk-  
zeugschiebers 10 ist ein schematisch angedeuteter Steuer-  
30 kreis 50 vorgesehen, der im dargestellten Ausführungs-  
beispiel aus einem hydraulischen Hochdruckteil und  
einem pneumatischen Niederdruckteil mit einem Druck-  
wandler 52 besteht. Der Druckwandler 52 ist an dem vom  
Werkzeugkopf 6 abgewandten Ende der Werkzeugspindel 2  
35 angeordnet und über durch die Werkzeugspindel 2 und

1 den Grundkörper 8 verlaufende Leitungen 54,56 mit den  
Bohrungen 30,32 verbunden ist. Der nur schematisch an-  
gedeutete Druckwandler 52 besteht aus einem umlaufenden  
5 Teil und einem stationären Teil, von denen der letztere  
über eine Leitung mit einem pneumatischen Signalgeber  
58 verbunden ist.

Dem Werkzeugschieber 10 ist ein Wegmesser 60 (vgl. auch  
Figur 2) zugeordnet, der auf digitaler oder analoger  
10 Basis arbeitet und im dargestellten Ausführungsbei-  
spiel als Wegmeßlineal mit einem induktiven Aufnehmer  
ausgebildet ist. Der Wegmesser 60 erzeugt kontinuier-  
lich der Stellung des Werkzeugschieber 10 entsprechende  
Wegsignale, die an einen Rechner 62 übertragen werden.  
15 Zu diesem Zweck ist der Wegmesser 60 im dargestellten  
Ausführungsbeispiel über eine elektrische Leitung 64  
mit einer Steckverbindung<sup>66</sup> zwischen Grundkörper 8 und  
Werkzeugspindel 2 mit einem an der Werkzeugspindel 2  
vorgesehenen Sender 68 verbunden, der die Wegsignale  
20 drahtlos an einen stationären Empfänger 70 überträgt.  
Der Empfänger 70 ist mit dem Rechner 62 verbunden.

Der Rechner 62 erzeugt abhängig von den Wegsignalen entsprechen-  
dem Programm mit der numerischen Werkzeugsteuerung  
25 Steuersignale, die an den pneumatischen Signalgeber  
58 weitergeleitet werden. Diese Steuersignale steuern  
kontinuierlich die Druckbeaufschlagung des Steuer-  
kreises 50 und damit die Stellung des Werkzeugschiebers  
10.

30 Zur Druckbeaufschlagung des Gegenschiebers 14 ist ein  
getrennter Steuerkreis 72 vorgesehen, der ebenfalls  
einen hydraulischen Hochdruckteil und einen pneumati-  
schen Niederdruckteil mit einem Druckwandler 74 auf-  
weist. Der Druckwandler 74 ist entsprechend dem Druck-  
35

1 wandler 52 ausgebildet und steht über Leitung<sup>en</sup> 76,78 mit  
den Druckkammern 35,36 des Gegenschiebers 14 in Verbin-  
dung. Der pneumatische Niederdruckteil weist einen pneu-  
matischen Signalgeber 80 auf, der mit der Niederdruck-  
5 seite des Druckwandlers 74 verbunden ist.

10 Ferner ist ein Fühler 82 zum Erfassen einer Unwucht des  
Werkzeugkopfes 6 vorgesehen. Der Fühler 82, der im dar-  
gestellten Ausführungsbeispiel einem der Lager 4 zuge-  
ordnet ist, gibt kontinuierlich Unwuchtsignale ent-  
sprechend der ermittelten Unwucht über eine Leitungs-  
verbindung 84 an den Rechner 62 ab. Der Rechner 62  
ermittelt in Abhängigkeit von den Unwuchtsignalen  
Steuersignale, die an den pneumatischen Signalgeber 80  
15 des Steuerkreises 72 übertragen werden. Auf diese-  
Weise wird die Verstellung des Gegenschiebers 14 in  
Abhängigkeit von den Unwuchtsignalen des Fühlers 82  
gesteuert.

20 Da der Werkzeugschieber 10 und der Gegenschieber 14  
durch voneinander unabhängige Steuerkreise verstellt  
werden, kann der Gegenschieber 14 aus einem schwereren  
Material als der Werkzeugschieber 10 hergestellt sein,  
beispielsweise aus Schwermetall.

25 Die Funktionsweise des beschriebenen Systems dürfte be-  
reits aus der obigen Beschreibung ersichtlich sein. Der  
Wegmesser 60 erzeugt kontinuierlich in Abhängigkeit  
von der Stellung des Werkzeugschiebers 10 elektrische  
30 Wegsignale. Diese Wegsignale werden im Rechner 62 in  
Verbindung mit einem Programm der numerischen Werkzeug-  
steuerung zur Erzeugung von Steuersignalen benutzt, mit  
denen der Steuerkreis 50 zur Druckbeaufschlagung des  
Werkzeugschiebers 10 gesteuert wird. Auf diese Weise läßt sich  
35 der Werkzeugschieber 10 und damit das Werkzeug 12 allein  
durch die hydraulische Druckbeaufschlagung während des

1     Bearbeitungsvorganges kontinuierlich entsprechend einer  
gewünschten Kontur des herzustellenden Werkstücks (nicht  
gezeigt) verstellen. Selbstverständlich läßt sich der  
Werkzeugschieber 10 und damit das Werkzeug 12 in jeder  
5     beliebigen Stellung halten, falls dies das Bearbeitungs-  
programm der numerischen Werkzeugsteuerung erfordert.

10     Eine Verstellung des Werkzeugschiebers 10 hat aufgrund  
der Änderung seiner Fliehkräfte eine entsprechende Un-  
wucht des Werkzeugkopfes 6 zur Folge, die der Fühler 82  
feststellt. Die vom Fühler 82 laufend erzeugten Unwucht-  
signale werden im Rechner 62 zu Steuersignalen verar-  
beitet, mit denen die Druckbeaufschlagung des Steuer-  
kreises 72 und damit des Gegenschiebers 14 gesteuert  
15     wird. Hierdurch wird der Gegenschieber 40  
so verstellt, daß er die bei der Bearbeitung auftreten-  
de Unwucht kontinuierlich ausgleicht. Hierdurch läßt  
sich eine ungewöhnlich hohe Wuchtgenauigkeit erzielen.

20     Zahlreiche Abwandlungen des Ausführungsbeispiels sind  
möglich, ohne den Rahmen der Erfindung zu verlassen.  
Im dargestellten Ausführungsbeispiel sind der Werkzeug-  
schieber 10 und der Gegenschieber 14 in radialer Rich-  
tung, d.h. senkrecht zur Achse der Werkzeugspindel 2,  
25     verschiebbar. Die beschriebene Steuerung der Schieber  
läßt sich jedoch auch dort anwenden, wo der Werkzeug-  
schieber und der Gegenschieber in einer Richtung schräg  
zur Achse der Werkzeugspindel verschiebbar sind.

30     Im dargestellten Ausführungsbeispiel sind die Druck-  
wandler 52,74 an der Werkzeugspindel 2 vorgesehen,  
was eine entsprechende Leitungsverbindung mit An-  
schlüssen zwischen der Werkzeugspindel 2 und dem Werk-  
zeugkopf 6 erfordert. Eine andere Möglichkeit besteht  
35     darin, die Druckwandler im Werkzeugkopf selbst anzu-  
ordnen, so daß in diesem Fall keine Anschlüsse zwischen

1 dem Werkzeugkopf und der Werkzeugspindel erforderlich  
sind. Diese Lösung ist besonders geeignet für einen  
Werkzeugkopf, der durch eine Wechsellvorrichtung selbst-  
tätig auswechselbar ist.

5

Im dargestellten Ausführungsbeispiel sind zur Übertra-  
gung der Wegsignale vom umlaufenden Teil der Werkzeug-  
spindel auf einen stationären Teil eine drahtlose Über-  
tragungseinrichtung vorgesehen. Stattdessen könnte auch  
10 eine Schleifringverbindung verwendet werden.

Statt die Unwucht mittels eines am Lager vorgesehenen  
Fühlers zu erfassen, könnte zu diesem Zweck z.B. die  
Frequenz der Werkzeugspindel überwacht werden.

15

20

25

30

35



14.

- Leerseite -

Fig. 1A

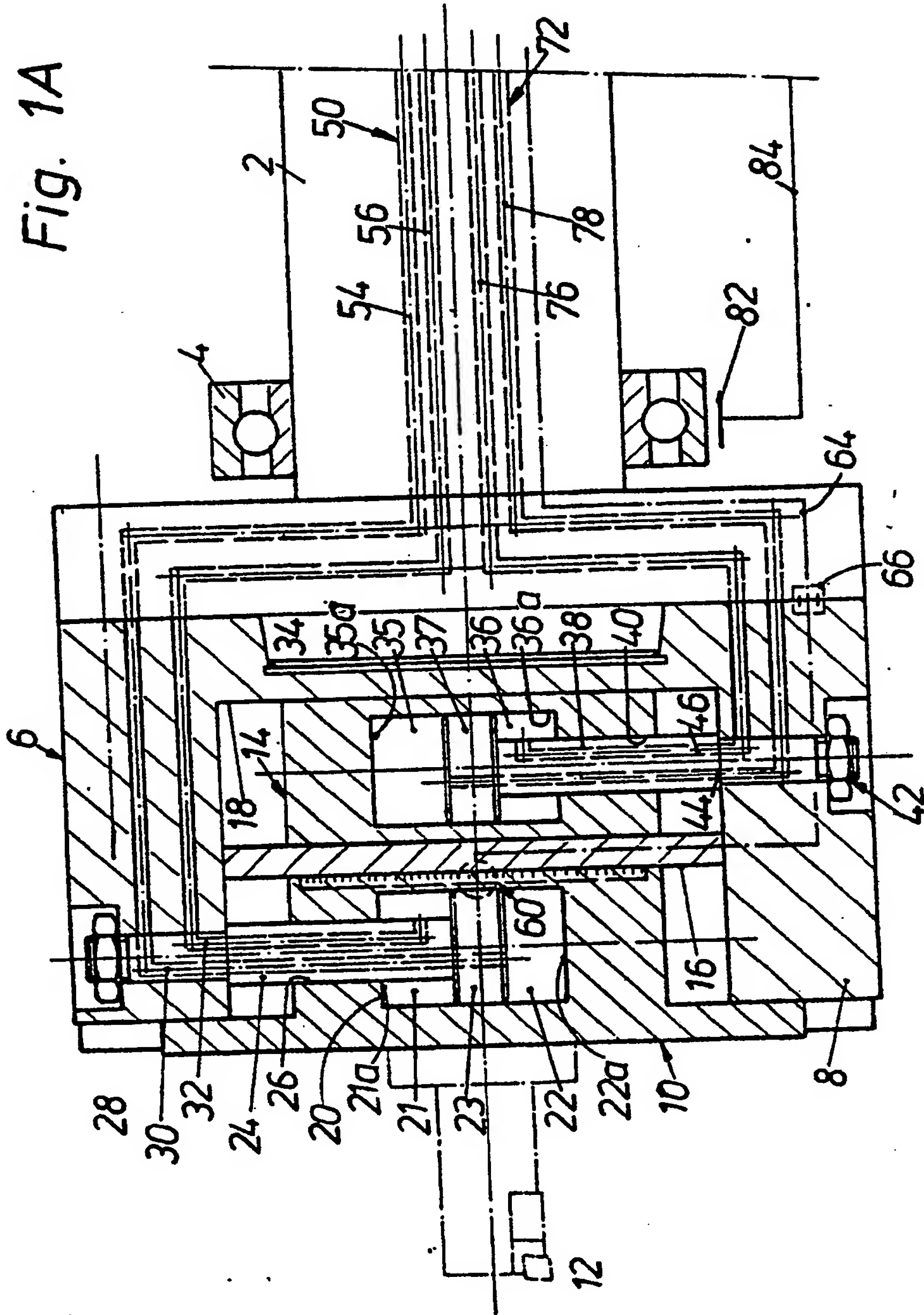


Fig. 1B

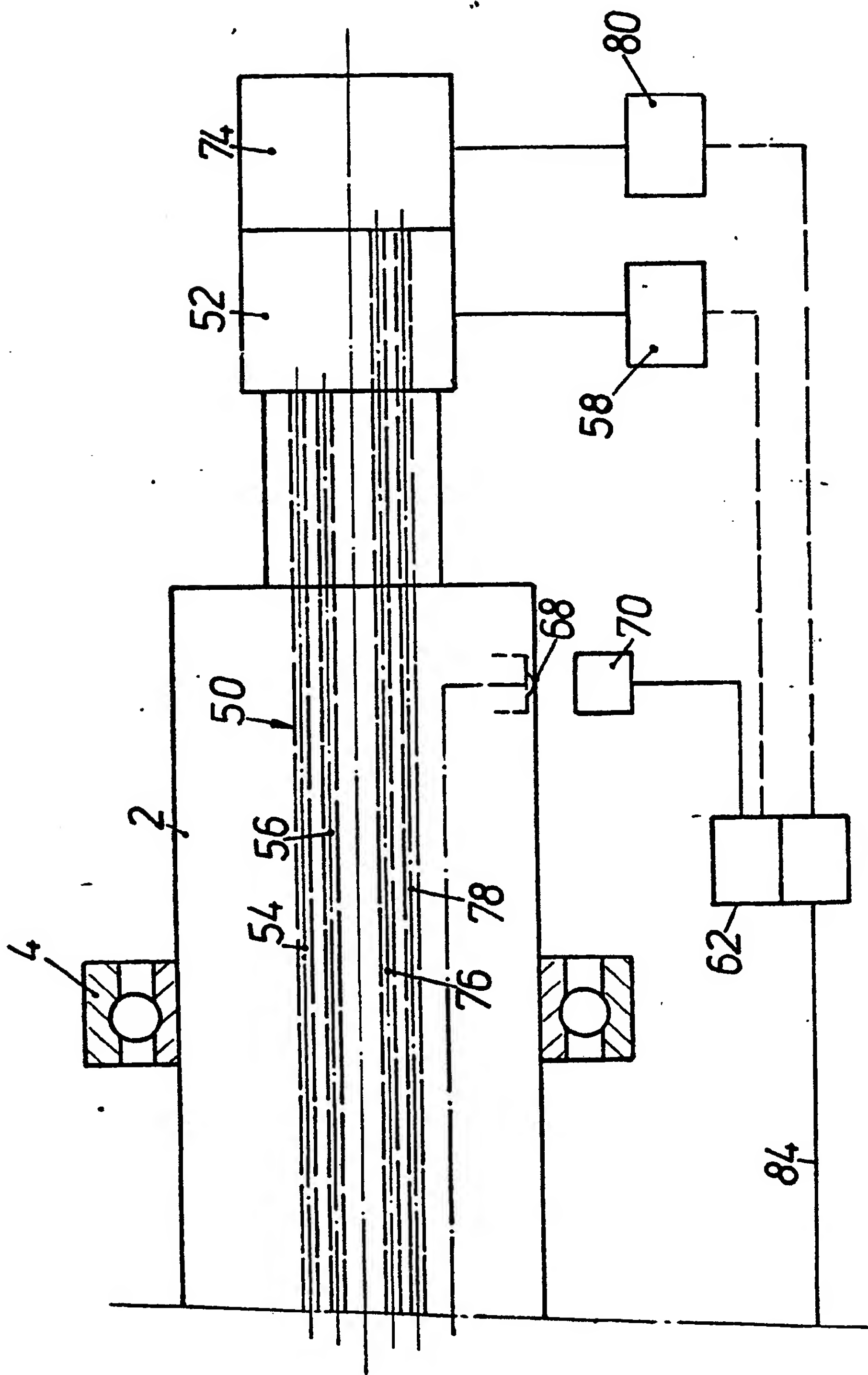
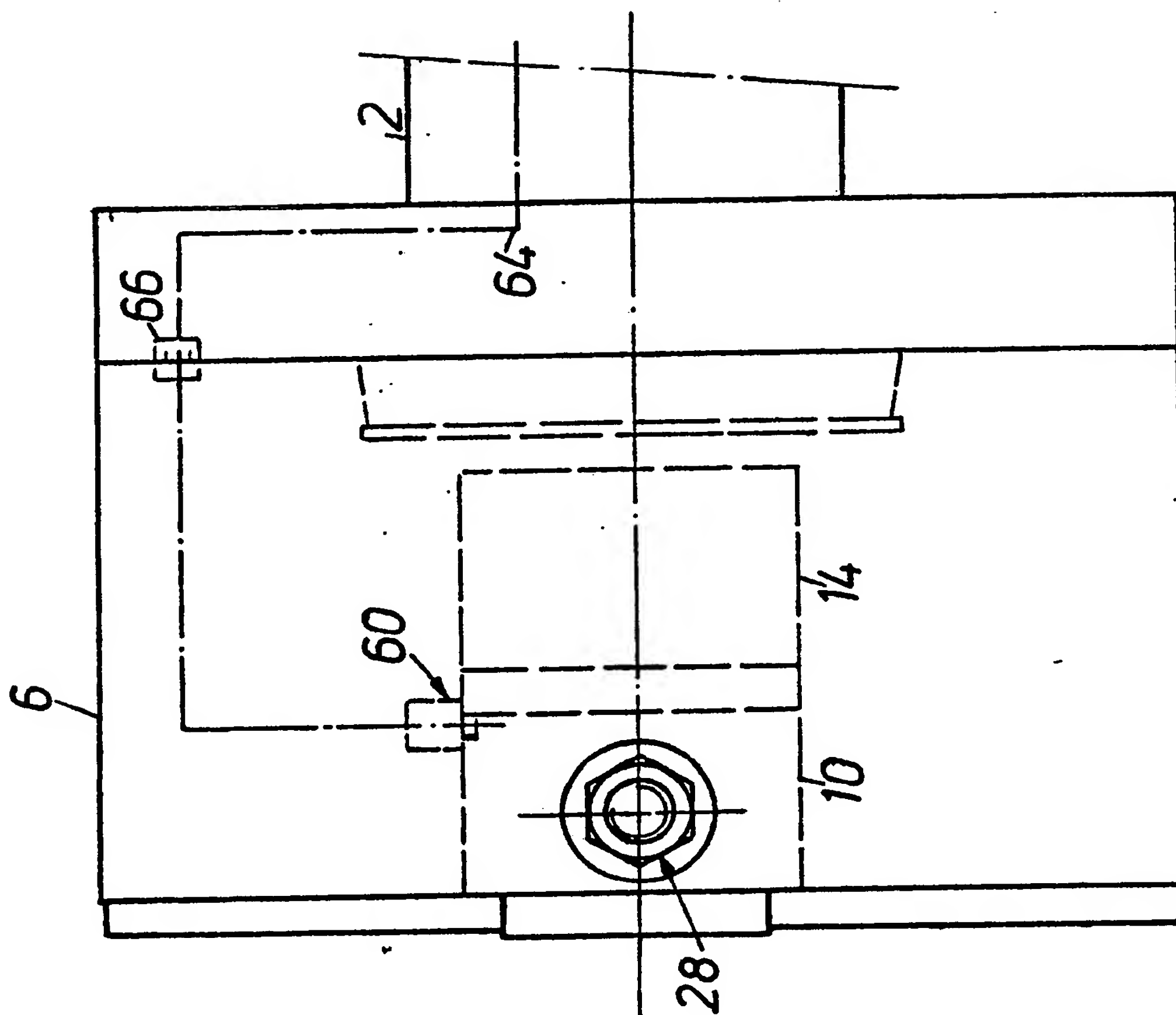


Fig. 2



German Patent No. DE 34 08 352 A1

---

Job No.: 991-99902

Translated from German by the Ralph McElroy Translation Company  
910 West Avenue, Austin, Texas 78701 USA

Ref.: 48604/0518615

FEDERAL REPUBLIC OF GERMANY  
GERMAN PATENT OFFICE  
PATENT NO. DE 34 08 352 A1  
(Offenlegungsschrift)

Int. Cl.<sup>4</sup>: B 23 B 3/26  
B 23 B 29/034  
Filing No.: P 34 08 352.9  
Filing Date: March 7, 1984  
Date Laid-Open to Public Inspection: September 19, 1985

TOOL HEAD FOR A NUMERICALLY CONTROLLED MACHINE TOOL

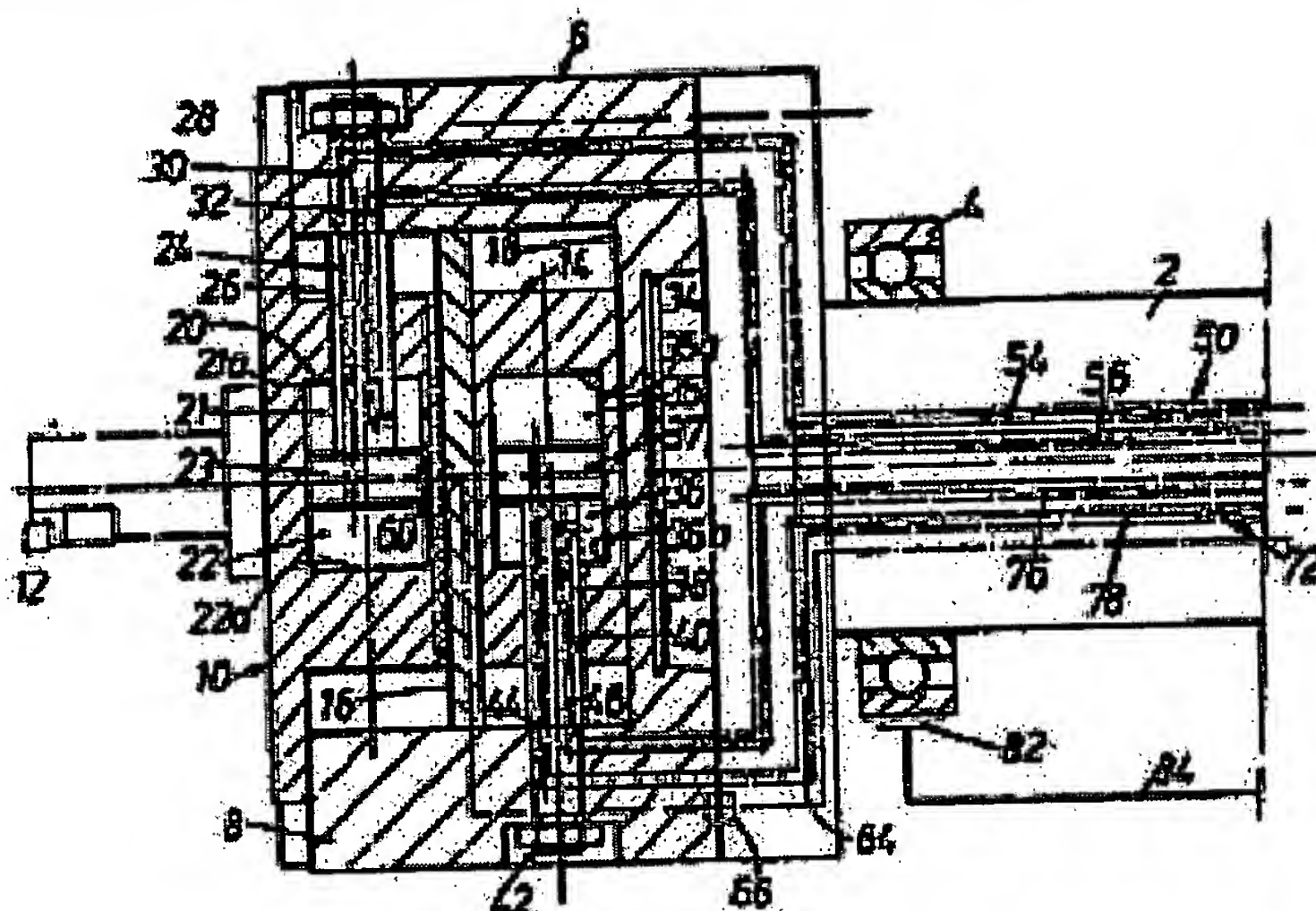
Inventors: Hans-Werner Beck 6290 Sinsheim,  
DE  
Gerhard Rupp  
6955 Aglasterhausen, DE  
Wilfried Horsch  
6951 Obrigheim, DE  
Applicant: GTE Valeron Corp. (a company  
governed by the laws of the state of  
Delaware), Troy, Michigan, USA  
Agent: H. Hauck et al., 8000 Munich

Abstract

The invention pertains to a rotating tool head provided with a tool and intended for a numerically controlled machine tool. A pressurized hydraulic medium is admitted to a tool slide that carries the tool and to a counter-slide used for balancing via separate hydraulic control circuits for respectively adjusting the tool and the balance. Tie rods and other mechanical power-transmission means are therefore not required for adjusting the tool slide and the counter-slide. A position sensor is assigned to the tool slide, where the signals of the position sensor are used to generate control signals in order to admit pressure to the tool slide and thereby adjust the tool in accordance with the desired contours of the workpiece during processing. The pressure acting on



the counter-slide is controlled via a separate control circuit, where the required control signals are generated as a function of the signals of a sensor for detecting an imbalance in the tool head.



### Claims

1. Rotating tool head provided with a tool and intended for a numerically controlled machine tool, with a tool slide that carries the tool and that can be linearly displaced in a base body provided on the tool spindle in order to adjust the tool, where the tool slide can be fixed in different positions, characterized by the fact that the tool slide (10) can be displaced and fixed in position by means of a pressurized hydraulic medium admitted to the tool slide.
2. Tool head according to Claim 1, characterized by the fact that the hydraulic medium is admitted to the tool slide (10) on pressing surfaces (21a, 22a) that lie opposite the adjustment direction.
3. Tool head according to Claim 2, characterized by the fact that the pressing surfaces (21a, 22a) consist of the end surfaces of an interior space (20) formed in the tool slide (10), where said interior space is divided into two pressure chambers (21, 22) by means of a piston (23) that is fixed relative to the base body (8).
4. Tool head according to Claim 3, characterized by the fact that the piston (23) is arranged on a piston rod (24) that extends through a bore (26) in the tool slide (10) and is fixed on the base body (8), where said piston rod is used for delivery and discharge of the hydraulic medium.
5. Tool head according to one of the preceding claims, characterized by the fact that a hydraulic control circuit (50) is provided for admitting pressure to the tool slide (10), where said hydraulic control circuit can be controlled with control signals that are generated by a computer (62) in order to adjust the tool (12) continuously.

6. Tool head according to Claim 5, characterized by the fact that the control circuit (50) contains a high-pressure section and a low-pressure section with a pressure transducer (52) arranged in the tool head (6) or in the tool spindle (2).

7. Tool head according to Claim 5 or 6, characterized by the fact that a position sensor (60) is assigned to the tool slide (10), where said position sensor generates position signals as a function of the position of the tool slide (10), and where the position signals are transmitted to the computer (62) in order to generate the control signals for the control circuit (50).

8. Tool head according to Claim 7, characterized by the fact that the position sensor (60) consists of a digital or analog position sensor.

9. Tool head according to Claim 8, characterized by the fact that the position sensor (60) is realized in the form of an inductive displacement transducer or in the form of a displacement ruler.

10. Tool head according to one of Claims 7-9, characterized by the fact that the position sensor (60) is connected to the computer (62) via a transmission device (68, 70) that transmits the position signals from the tool head (6) or the tool spindle (2) to a stationary part.

11. Tool head according to Claim 10, characterized by the fact that the transmission device consists of a slip ring connection arranged on the tool spindle.

12. Tool head according to Claim 11, characterized by the fact that the transmission device (62, 64) consists of a wireless link between a transmitter (60) arranged on the tool head (6) or the tool spindle (2) and a stationary receiver (62).

13. Tool head according to one of the preceding claims, where a counter-slide is displaceably supported in the base body for balancing purposes, characterized by the fact that a pressurized hydraulic medium is continuously admitted to the counter-slide (14) in order to adjust the balance.

14. Tool head according to Claim 13, characterized by the fact that the hydraulic medium is admitted to the counter-slide (14) on pressing surfaces (35a, 36a) that lie opposite the adjustment direction.

15. Tool head according to Claim 14, characterized by the fact that the pressing surfaces (35a, 36a) consist of the end surfaces of an interior space (34) formed in the counter-slide (14), where said interior space is divided into two pressure chambers (35, 36) by means of a piston (37) that is fixed relative to the base body (8).

16. Tool head according to Claim 14, characterized by the fact that the piston (37) is arranged on a piston rod (38) that extends through a bore (40) in the counter-slide (14) and is fixed on the base body (8), where said piston rod is used for delivery and discharge of the hydraulic medium.

17. Tool head according to one of Claims 13-16, characterized by the fact that a hydraulic control circuit (72) is provided for admitting pressure to the counter-slide (14), where said hydraulic control circuit can be controlled with control signals generated by a computer (62) in order to adjust the counter-slide (14) continuously.

18. Tool head according to Claim 17, characterized by a sensor (82) for detecting an imbalance in the tool head (6), where said sensor continuously delivers imbalance signals to the computer (62) in order to generate the control signals for admitting pressure to the counter-slide (14).

19. Tool head according to one of Claims 13-19, characterized by the fact that the counter-slide (14) consists of a heavier material than the tool slide (10), particularly of heavy metal.

The invention pertains to a rotating tool head provided with a tool for a numerically controlled machine tool and comprises a tool slide that carries the tool and that can be linearly displaced in a base provided on the tool spindle in order to adjust the tool, where the tool slide can be fixed in different positions.

Tool heads of this type are used, for example, for carrying out surface-grinding, boring or milling processes, as well as for thread-cutting and similar processes. Such tool heads are known from the state of the art, for example, from German Patent Application No. P 33 46 467.7 of the applicant. In these tool heads, the tool slide is displaced with an adjusting device that is coupled to the tool slide by means of a mechanical connection, particularly a tie rod that axially extends through the tool spindle. This mechanical connection absorbs the centrifugal forces generated in the tool slide and ultimately transmits these centrifugal forces to the bearings of the tool spindle. The speeds of the tool continue to increase in order to reach the cutting speeds required for certain workpiece materials. The high resulting centrifugal forces lead to a corresponding stress on the mechanical connection between the tool slide and the adjusting device, as well as the spindle bearings.

The present invention aims to develop a tool head for a numerically controlled machine tool provided with a rotating tool in such a way that the stress on the tool spindle and the spindle bearings caused by the centrifugal forces generated in the tool slide is largely prevented.

According to the invention, a tool head of the initially mentioned type is characterized in that the tool slide can be acted upon with a pressurized hydraulic medium in order to displace and fix the tool slide in position.

According to the present invention, the tool slide is supported in the base in a freely movable fashion and is subjected only to the pressure of the hydraulic medium. No mechanical connection with an adjusting device or the like is provided; the invention makes it possible, in

particular, to eliminate the tie rod arranged in the interior of the tool spindle of conventional tool heads.

A corresponding alleviation of the stress on the spindle bearings is achieved because the centrifugal forces of the counter-slide cannot be transmitted to a separate mechanical adjustment device. Another advantage can be seen in the significant structural simplification of the tool head. This also simplifies automatic tool replacement because the otherwise required coupling and decoupling of the mechanical adjusting device is eliminated.

A position sensor is preferably assigned to the tool slide, where the position sensor generates position signals as a function of the position of the tool slide. The position signals are processed into control signals in a computer in connection with the numerical tool control, where the control signals are used for controlling a hydraulic control circuit for admitting pressure to the tool slide. This makes it possible to adjust continuously the tool slide and consequently the tool in accordance with a predetermined program while processing is carried out such that the desired contours of the workpiece are realized.

In order to prevent an imbalance, it is common practice to provide a counter-slide in the tool head, where the counter-slide can be adjusted in a direction that extends opposite the adjustment direction of the tool slide. For this purpose, counter-slides of known tool heads are usually coupled to the tool slide by means of a mechanical connection, e.g., a gear connection.

A corresponding mechanical coupling between the counter-slide and the tool slide is also possible in a tool head realized in accordance with the invention. According to an additional development of the invention, the counter-slide can also be acted upon with a pressurized hydraulic medium in order to adjust the balance.

This means that a mechanical coupling between the tool slide and the counter-slide is no longer required. In addition, it is possible, in particular, to control the counter-slide as a function of imbalance signals such that the imbalance is continuously compensated in accordance with changing operating conditions. For this purpose, a separate hydraulic control circuit is assigned to the counter-slide, where this hydraulic control circuit is controlled as a function of the imbalance signals.

The present invention makes it possible to extend the service life of the machine tool, particularly of the tool, and to improve the manufacturing accuracy and the surface quality of the workpieces being produced.

Other advantageous embodiments of the invention are disclosed in the dependent claims.

An embodiment of the invention is described below with reference to the drawing.

Shown are:

Figures 1A, 1B, schematic representations of a tool head according to the invention that is arranged on a tool spindle, as well as the corresponding control circuits, and



Figure 2, a top view of the tool head shown in Figure 1, however, without the tool spindle and the control circuits.

Figure 2 schematically shows a tool spindle 2 that is rotationally supported in bearings 4. A tool head 6 in the form of an opposing head is detachably arranged on the tool spindle 2.

In the embodiment shown, the tool head is screwed to the tool spindle by means of a short taper. However, the tool head may also be arranged on the tool spindle 2 in any other suitable fashion, for example, by means of a steep taper in order to replace the tool head automatically.

The tool head 6 consists of a base body 8 with a tool slide 10 that carries a tool 12, as well as a counter-slide 14 that is used for balancing purposes. The tool slide 10 is supported in a groove 16 and the counter-slide 14 in a groove 18, such that the slides can be respectively displaced radially. Both slides are freely movable in their respective direction of displacement and adjusted and held in position with hydraulic pressure as described in greater detail below.

The tool slide 10 is provided with a cylindrical interior space 20 that is divided into two pressure chambers 21, 22 by a piston 23. A piston rod 24 is provided on the piston 23, where said piston rod extends through a bore 26 of the tool slide 10 and is fixed in the base 8 on the opposite end relative to piston 23 by means of a screw connection 28. The piston rod 24 is provided with two bores 30, 32 that serve for supplying and discharging pressurized hydraulic medium and consequently for building up and relieving the pressure in the pressure chambers 21, 22. The opposite end surfaces of the interior space 20 act as the pressing surfaces 21a, 22a that are subjected to pressure in order to displace the tool slide 10.

The counter-slide 14 is provided with an analogous interior space 34 that is divided into two pressure chambers 35, 36 by a piston 37 and provided with pressing surfaces 35a, 36a, as well as a piston rod 38 that extends through a bore 40 of the counter-slide 14 and is fixed in the base 8 by means of a threaded connection 42. The piston rod is provided with two bores 44, 46 for supplying and discharging pressurized hydraulic medium.

Since the tool slide 10 and the counter-slide 14 are adjusted in opposite directions during the operation of the machine tool, the piston rods 24, 38 of the two slides point in opposite directions.

A schematically indicated control circuit 50 is provided in order to admit pressure into the pressure chambers 21, 22 of the tool slide 10, where said control circuit consists of a hydraulic high-pressure section and a pneumatic low-pressure section with a pressure transducer 52 in the embodiment shown. The pressure transducer 52 is arranged on the opposite end of the tool spindle 2 relative to the tool head 6 and connected to the bores 30, 32 via lines 54, 56 that extend through the tool spindle 2 and the base 8. The schematically indicated pressure transducer

52 consists of a rotating part and of a stationary part, connected to a pneumatic signal transmitter 58 via a line.

A position sensor 60 (see also Figure 2) that may be realized in the form of a digital or an analog position sensor is assigned to the tool slide 10, where the position sensor is realized in the form of a displacement ruler with an inductive pick-up in the embodiment shown. The position sensor 60 continuously generates position signals in accordance with the position of the tool slide 10, and said position signals are transmitted to a computer 62. For this purpose, the position sensor 60 is connected to a transmitter 68 provided on the tool spindle 2 via an electric line 64 with a plug-type connection 66 between the base 8 and the tool spindle 2 in the embodiment shown. The transmitter transmits the position signals to a stationary receiver 70 wirelessly. The receiver 70 is connected to the computer 62.

Based on the position signals, the computer 62 generates control signals in accordance with a program of the tool control, where said control signals are forwarded to the pneumatic signal transmitter 58. These control signals continuously control the pressure of the control circuit 50 and consequently the position of the tool slide 10.

A separate control circuit 72 is provided in order to admit pressure to the counter-slide 14, where this control circuit also contains a hydraulic high-pressure section and a pneumatic low-pressure section with a pressure transducer 74. The pressure transducer 74 is realized similarly to the pressure transducer 52 and connected to the pressure chambers 35, 36 of the counter-slide 14 via lines 76, 78. The pneumatic low-pressure section contains a pneumatic signal transmitter 80 connected to the low-pressure side of the pressure transducer 74.

In addition, a sensor 82 is provided for detecting an imbalance in the tool head 6. In the embodiment shown, the sensor 82 is assigned to one of the bearings 4 and continuously delivers imbalance signals to the computer 62 via a line connection 84 in accordance with the determined imbalance. The computer 62 generates control signals based on the imbalance signals, where said control signals are transmitted to the pneumatic signal transmitter 80 of the control circuit 72. In this way, the adjustment of the counter-slide 14 is controlled as a function of the imbalance signals of the sensor 82.

Since the tool slide 10 and the counter-slide 14 are adjusted by means of independent control circuits, the counter-slide 14 may be manufactured from a heavier material than the tool slide 10, for example, a heavy metal.

The function of the described system should be apparent from the previous description. The position sensor 60 continuously generates electric position signals as a function of the position of the tool slide 10. These position signals are used in the computer 62 in order to generate control signals in connection with a program of the numerical tool control. These control signals serve for controlling the control circuit 50 that subjects the tool slide 10 to



pressure. Thus, the tool slide 10, and consequently the tool 12, can be continuously adjusted during the operation of the machine tool in accordance with the desired contours of the workpiece to be produced (not shown), i.e., with only hydraulic pressure. Naturally, the tool slide 10, and consequently the tool 12, can be fixed in any arbitrary position if so required by the processing program of the tool control.

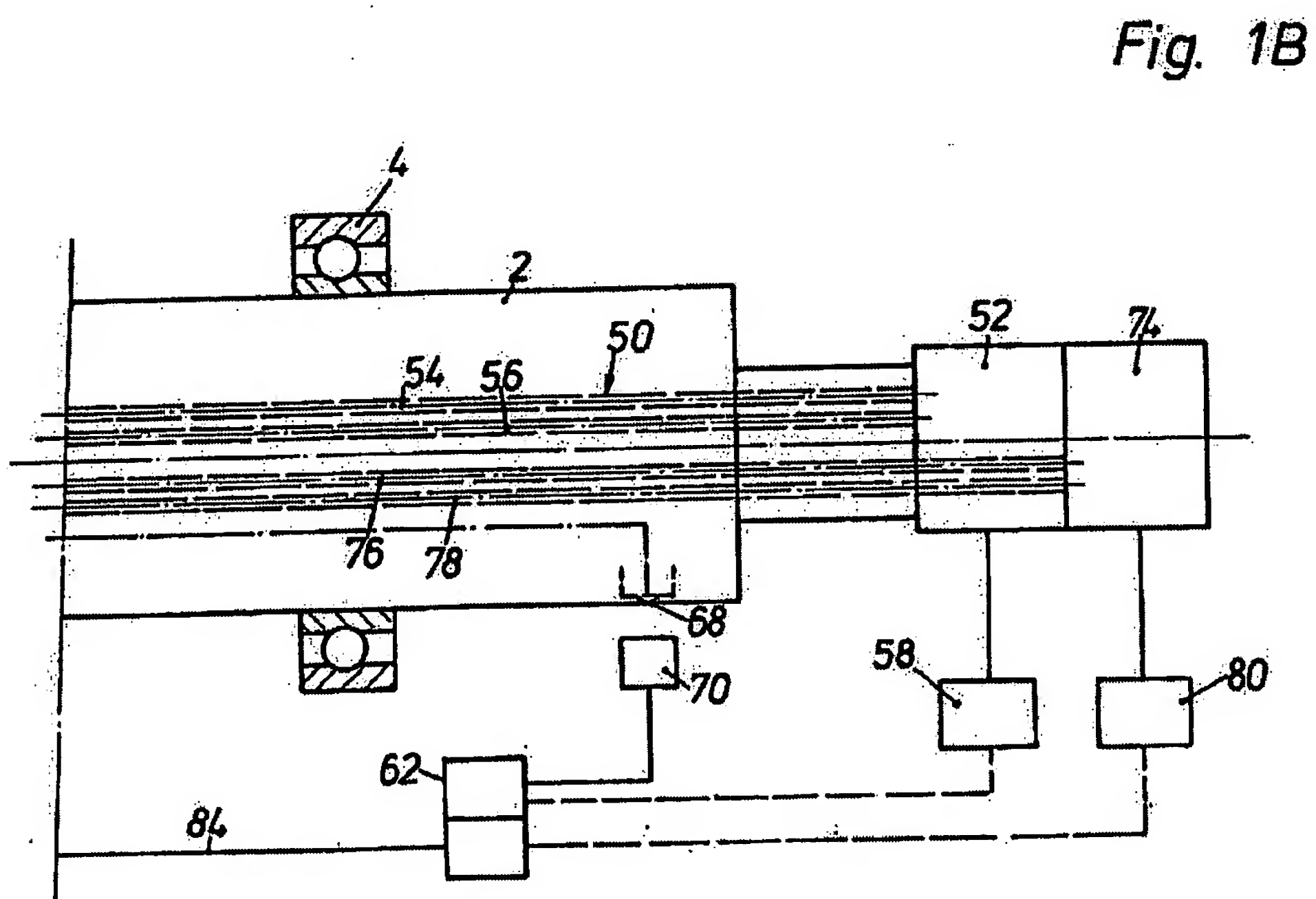
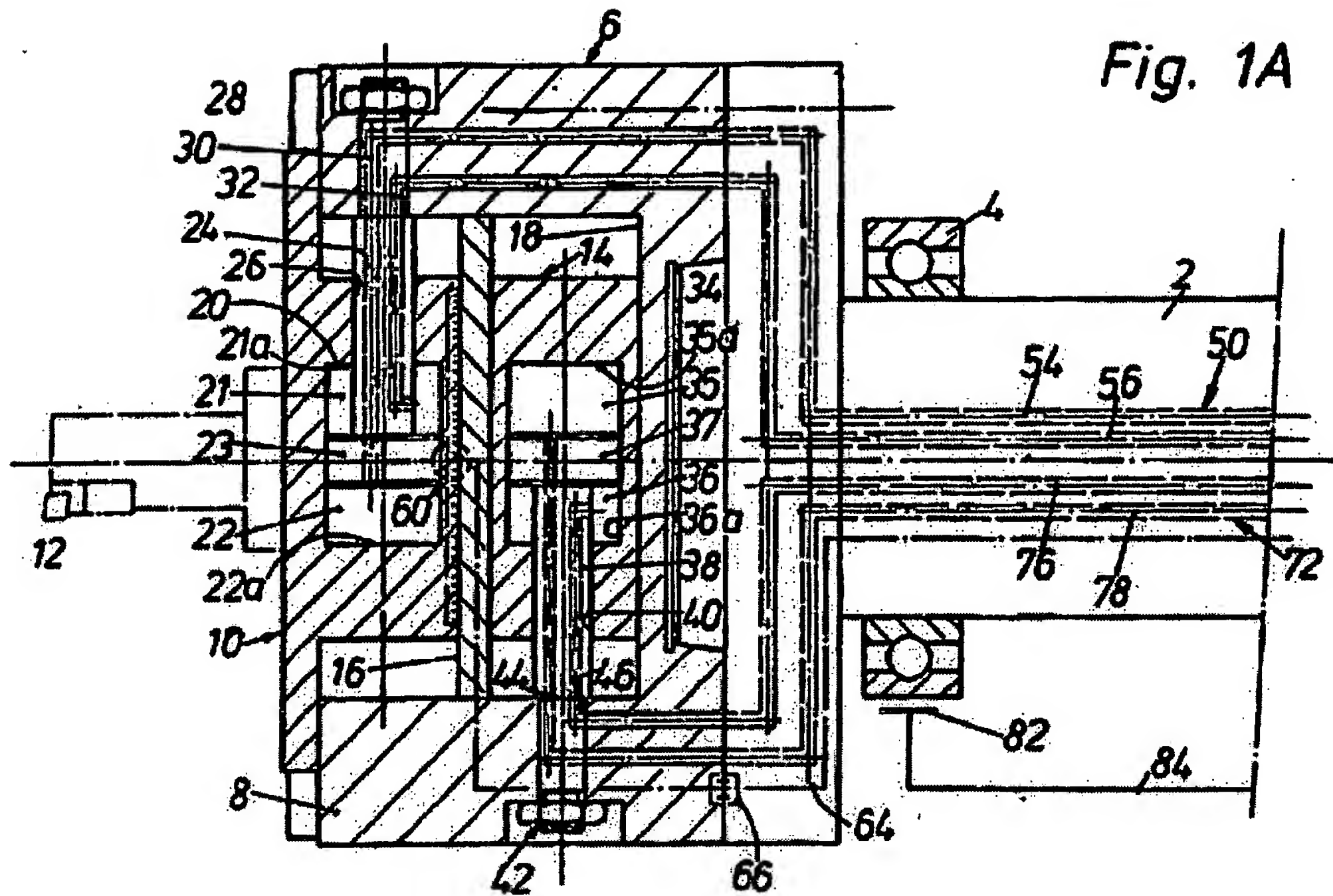
An adjustment of the tool slide 10 may result in a corresponding imbalance in the tool head 6 due to the change of its centrifugal forces. This imbalance is detected by the sensor 82. The imbalance signals that are continuously generated by the sensor 82 are processed into control signals in the computer 62, where said control signals are used to control the pressure of the control circuit 72 and consequently the counter-slide 14. This causes the counter-slide 40 to be adjusted in such a way that it continuously compensates for the imbalance occurring during processing of the workpiece. In this way, an unusually high balancing accuracy can be achieved.

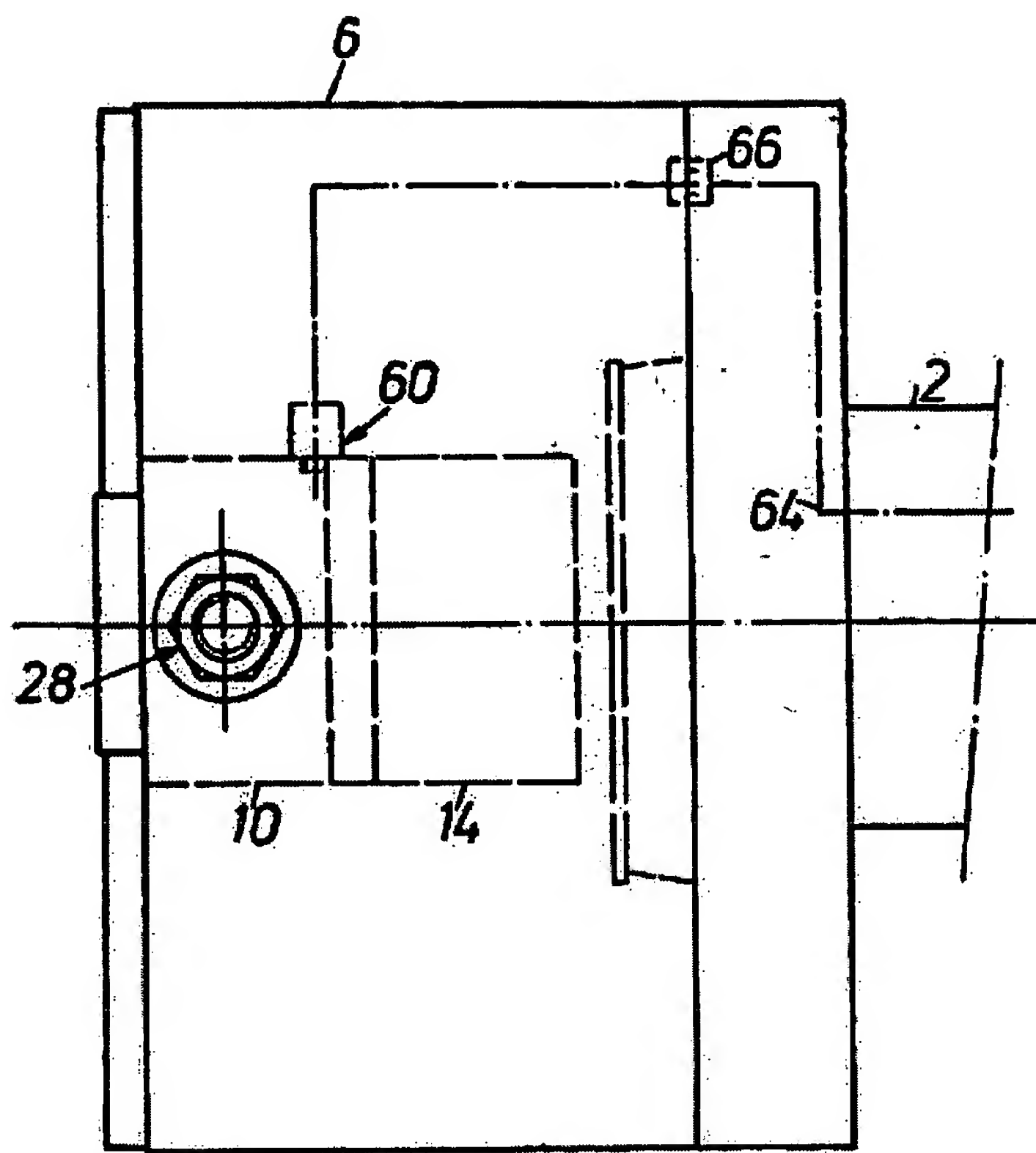
The described embodiment may be modified in numerous ways without deviating from the scope of the invention. In the embodiment shown, the tool slide 10 and the counter-slide 14 can be displaced radially, i.e., perpendicular to the axis of the tool spindle 2. The described control of the slides may, however, also be utilized in instances in which the tool slide and the counter-slide can be displaced in a direction that extends obliquely relative to the axis of the tool spindle.

In the embodiment shown, the pressure transducers 52, 72 are arranged on the tool spindle 2 such that a corresponding line with connections between the tool spindle 2 and the tool head 6 is required. According to another option, the pressure transducer is arranged in the tool head itself such that no connections between the tool head and the tool spindle are required. This solution is particularly suitable for a tool head that can be automatically replaced by means of a replacement device.

In the embodiment shown, a wireless link is provided for transmitting the position signals from the rotating part of the tool spindle to a stationary part. Alternatively, it would also be conceivable to use a slip ring connection.

Instead of determining the imbalance by means of a sensor arranged on a bearing, it would also be possible, for example, to monitor the frequency of the tool spindle for this purpose.



*Fig. 2*